

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-303878  
 (43)Date of publication of application : 31.10.2000

Int.Cl.

F02D 41/04  
 F01N 3/02  
 F01N 3/08  
 F01N 3/24  
 F01N 3/28  
 F02D 41/14  
 F02D 41/40

Application number : 11-112447

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

Date of filing : 20.04.1999

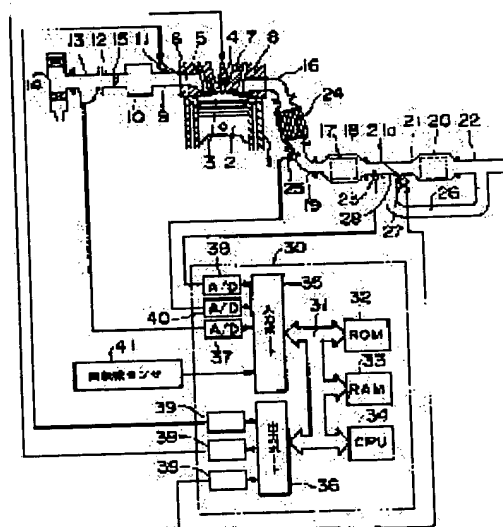
(72)Inventor : HIROTA SHINYA

## EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make PM collected by a particulate filter combustible at all times, regardless of engine operating conditions.

SOLUTION: A particulate filter 24, SOx absorbent 17, and a NOx catalyst are provided for the exhaust passage of a lean burnt gasoline engine in order starting from the upstream side, a bypass pipe 76 making a detour around the NOx catalyst 20 is provided, and an exhaust change-over valve 28 is provided for the starting end part of the bypass pipe 26. When an engine is in operation under a theoretical air-fuel ratio or under a rich air-fuel ratio, spark retard control and the like for ignition timing is executed, so that the oxygen concentration of exhaust gas on the downstream side of the particulate filter 24 exceeds a prescribed concentration at all time. This constitution thereby enables PM collected over the whole areas of the particulate filter 24 to be made combustible, so that no PM will not accumulate in the particulate filter 24.



## LEGAL STATUS

date of request for examination]

date of sending the examiner's decision of rejection]

kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application converted  
 registration]

date of final disposal for application]

patent number]

date of registration]

number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

## NOTICES \*

~~Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.~~

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\*\* shows the word which can not be translated.  
 In the drawings, any words are not translated.

---

 AIMS
 

---

aim(s)]

aim 1] The exhaust emission control device of the internal combustion engine characterized by having the exhaust gas presentation control means which controls the presentation of exhaust gas so that the exhaust gas of the lower stream of a river of the particulate filter prepared in said internal combustion engine's flueway and this particulate filter becomes an oxygen density more than predetermined concentration in the exhaust emission control device of the internal combustion engine which purifies the exhaust gas discharged by the internal combustion engine in which combustion with the combustion, the theoretical air fuel ratio, or the rich air-fuel ratio in the Lean air-fuel ratio is possible.

aim 2] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by adding the lower stream of a river of said particulate filter with an oxygen density detection means, and controlling said exhaust gas presentation control means based on the detection result of this oxygen density detection means.

aim 3] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by a catalyst which has oxidation ability being \*\*\*\*(ed) by said particulate filter.

aim 4] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by using the occlusion reduction type NOx catalyst which emits NOx absorbed when the oxygen density of the exhaust gas which absorbs NOx on the lower stream of a river of said particulate filter, and flows into it when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas is Lean was low, and returns to N2.

aim 5] Said exhaust gas presentation control means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by controlling the presentation of exhaust gas by controlling an internal combustion engine's combustion.

aim 6] Said exhaust gas presentation control means is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by controlling the presentation of exhaust gas by changing an air-fuel ratio and burning for every gas column of said internal combustion engine.

---

translation done.]

NOTICES \*

~~Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.~~

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
 \*\*\* shows the word which can not be translated.  
 In the drawings, any words are not translated.

## TAILED DESCRIPTION

### Detailed Description of the Invention]

[001] Field of the Invention] This invention relates to the exhaust emission control device of the internal combustion engine which equipped the flueway with the particulate filter.

[002] Description of the Prior Art] By the diesel power plant which is the internal combustion engine in which lean combustion is possible, since particulate matter (it abbreviates to PM hereafter), such as soot and SOF (Soluble Organic Fraction hereafter), is included in exhaust gas, in order to remove this, the filter called a diesel particulate filter (it abbreviates to DPF hereafter) is prepared in a flueway in many cases. For example, by the diesel power plant indicated by JP,9-442,A, DPF and the Lean NOx catalyst are prepared in the flueway.

[003] Since back pressure will rise and the fall of an engine output will be caused if PM accumulates on this DPF, it is necessary to remove PM by which uptake was carried out. By the conventional diesel power plant, since the air-fuel ratio was quite always Lean in the usual operational status, the oxygen density of exhaust gas was also quite high, and when there was temperature in DPF beyond predetermined temperature, PM was able to be burned.

[004] Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in recent years, the internal combustion engine which can burn not only in the Lean air-fuel ratio but in theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio is developed. For example, by the Naka load operating range, it considers as Lean Air Fuel Ratio Control, and it considers as SUTOIKI (theoretical air-fuel ratio) control, and there are some which are made into rich Air Fuel Ratio Control in the lean burn gasoline engine which lean combustion is possible by the full load operating range at the time of acceleration, or a heavy load operating range. The air-fuel ratio of inflow exhaust gas to this seed internal combustion engine's flueway Moreover, the catalyst which emits NOx absorbed when NOx was absorbed and the oxygen density of inflow exhaust gas is low at the time (namely, under a hyperoxia ambient atmosphere), and returns to N<sub>2</sub>, When it has the so-called occlusion type NOx catalyst (it abbreviates to an NOx catalyst hereafter), the oxygen density of exhaust gas is reduced and NOx absorbed by the NOx catalyst may be made to emit and return by operating an internal combustion engine with theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio.

[005] Since the oxygen density of exhaust gas will become low when having burned in theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio if a particulate filter is prepared in the flueway of such an engine, even if the temperature in a particulate filter has reached said predetermined temperature, PM cannot be burned in hypoxia, but there is a possibility that PM may accumulate.

[006] This invention is made in view of the trouble of such a Prior art, and the technical problem which this invention aims to solve is to make it PM not accumulate on a particulate filter, when a particulate filter is prepared in the flueway of the internal combustion engine in which combustion with the combustion, the theoretical air fuel ratio, or the rich air-fuel ratio in the Lean air-fuel ratio is possible.

[007] Means for Solving the Problem] This invention adopted the following means, in order to solve said technical problem. This invention is characterized by having the particulate filter prepared in said internal combustion engine's flueway, and the exhaust gas presentation control means which controls the presentation of exhaust gas so that the exhaust gas of the lower stream of a river of this particulate filter always becomes an oxygen density more than predetermined concentration in the exhaust emission control device of the internal combustion engine which purifies the exhaust gas discharged by the internal combustion engine in which combustion with the combustion, the theoretical air fuel ratio, or a rich air-fuel ratio in the Lean air-fuel ratio is possible.

108] When combustion with theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio is performed in this internal combustion engine, as compared with the time of combustion with the Lean air-fuel ratio, the oxygen density of exhaust gas comes low. However, although it is low, since the oxygen density of the exhaust gas of the lower stream of a river of a particulate filter is always held more than predetermined concentration, a predetermined oxygen density will be secured to the back end of a particulate filter. And PM by which the reducing agent and oxygen in exhaust gas reacted in the interior of a particulate filter, carried out the temperature up of the floor temperature of a particulate filter, and the take was carried out to the particulate filter burns. Consequently, deposition of PM can be prevented in the whole region of a particulate filter.

109] In the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention, the lean burn gasoline engine of the direct injection in a cylinder, and SUTOIKI or the diesel power plant in which combustion with a rich air-fuel ratio is possible can be illustrated as an internal combustion engine in which combustion with the theoretical air fuel ratio, or the rich air-fuel ratio in the Lean air-fuel ratio is possible.

110] The lower stream of a river of said particulate filter is equipped with an oxygen density detection means, and you may make it control said exhaust gas presentation control means based on the detection result of this oxygen density detection means in the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention.

111] In the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention, it is desirable \*\*\*\* the catalyst which has oxidation ability in said particulate filter. If it does in this way, oxidization of a reducing agent is promoted in a particulate filter, consequently the floor temperature of a particulate filter will carry out a temperature up, and combustion of PM will promote.

112] You may have the occlusion reduction type NOx catalyst which emits NOx absorbed when the oxygen density of exhaust gas which absorbs NOx and flows when the air-fuel ratio of the exhaust gas which flows into the lower stream of a river of said particulate filter is Lean in the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention was low, and returns to N2.

113] An occlusion reduction type NOx catalyst makes an alumina support, on this support, it comes to support at least one chosen from Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, alkali metal like Caesium Cs, Barium Ba, an alkaline earth like Strontium calcium, Lanthanum La, and rare earth like Yttrium Y, and noble metals like Platinum Pt, and they can carry out the thing instantiation of it.

114] In the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention, said exhaust gas presentation control means shall control the presentation of exhaust gas by controlling an internal combustion engine's combustion. For example, an oxygen density can be increased, while making combustion imperfect and making unburned a fuel and a carbon monoxide increase by this by carrying out the lag of an internal combustion engine's ignition timing. In this case, an ignition timing control means will constitute an exhaust gas presentation control means. Moreover, combustion can be made slow, the consumption of oxygen can be cut down and, thereby, the oxygen density of exhaust gas can be made to increase by increasing the amount of exhaust gas recirculation in the internal combustion engine having exhaust-gas-recirculation equipment (the so-called EGR). In this case, an EGR control means will constitute an exhaust gas presentation control means.

115] In the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention, said exhaust gas presentation control means shall control the presentation of exhaust gas by changing an air-fuel ratio and burning for every gas column of said internal combustion engine. For example, in some gas columns, it burns in the Lean air-fuel ratio, and by burning in a rich air-fuel ratio, as an air-fuel ratio of the whole exhaust gas, it can be made theoretical air-fuel ratio or a rich air-fuel ratio, and an oxygen density can be made high as the whole exhaust gas in other gas columns. Here, the air-fuel ratio of exhaust gas means the ratio of the air supplied in the flueway in the upstream rather than the engine inhalation-of-air path and the particulate filter, and a fuel (hydrocarbon).

116] [Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of 1 operation of the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention is explained based on the drawing of drawing 4 from drawing 1. drawing 1 is drawing showing the outline configuration at the time of applying this invention to the gasoline engine for which lean combustion is possible. this drawing -- setting -- a sign 1 -- an engine body and a sign 2 -- a piston and a sign 3 -- in an inlet valve and a sign 6, a suction port and a sign 7 show an exhaust valve, and, as for a combustion chamber and a sign 4, a sign 8 shows [ an ignition plug and a sign 5 ] an exhaust air port, respectively.

117] A suction port 6 is connected with a surge tank 10 through the corresponding branch pipe 9, and the fuel injection valve 11 which injects a fuel towards the inside of a suction port 6, respectively is attached in each branch pipe. A surge tank 10 is connected with an air cleaner 14 through an air intake duct 12 and an air flow meter 13, and the throttle valve 15 is arranged in the air intake duct 12.

18] On the other hand, the exhaust air port 8 minds an exhaust manifold 16. A particulate filter Connect with 24 and ter 24 is connected with the casing 18 which built in the SOx absorbent 17 through the exhaust pipe 19. (It reviates to a filter hereafter) The outlet section of casing 18 is connected with the casing 21 which built in the lusion reduction type NOx catalyst (henceforth an NOx catalyst) 20, and casing 21 is connected to the muffler which ot illustrated through an exhaust pipe 22. The SOx absorbent 17 and the NOx catalyst 20 are explained in full detail r.

19] A filter 24 has the cel of long and slender a large number divided by the porous thin wall. Make the cel which ied out opening of the cel and the downstream which carried out opening of the upstream and made the downstream skade, and made the upstream blockade adjoin mutually, and it comes to arrange. Exhaust gas passes along a thin l, flows in the cel to which opening of the downstream was carried out from the cel to which opening of the tream was carried out, and has the structure where uptake of the PM, such as soot in exhaust gas and SOF, is carried to a thin wall in that case. Moreover, the catalyst (for example, oxidation catalyst) which has oxidation ability is \*(ed) by the thin wall of a filter.

20] Inlet-port section 21a of casing 21 and an exhaust pipe 22 are connected by the by-path pipe 26 which bypasses NOx catalyst 20, and the exhaust air selector valve 28 to which a valve element operates with an actuator 27 is ned in inlet-port section 21a of the casing 21 which is the tee of a by-path pipe 26. This exhaust air selector valve 28 oses one location of the bypass open positions which close the inlet-port section to the NOx catalyst 20, and make open the inlet-port section of a by-path pipe 26 as the bypass closed position which closes the inlet-port section of a path pipe 26, and makes full open the inlet-port section to the NOx catalyst 20 with an actuator 27 as shown by the tinuous line of drawing 1 is shown by the broken line of drawing 1, and is made to operate.

21] The electronic control unit (ECU) 30 for engine control consists of a digital computer, and ROM (read-only mory)32, RAM (random access memory)33, CPU (central processor unit)34, the input port 35, and the output port 36 ich were mutually connected by the bi-directional bus 31 are provided. An air flow meter 13 generates the output tage proportional to an inhalation air content, and this output voltage is inputted into input port 35 through A-D iverter 37.

22] O2 sensor (oxygen density detection means) 25 which generates the output voltage proportional to the oxygen isity of the exhaust gas of the lower stream of a river of a filter 24 is attached in the exhaust pipe 19 of the lower am of a river of a filter 24, and the output voltage of O2 sensor 25 is inputted into input port 35 through A-D iverter 40.

23] The temperature sensor 23 which generates the output voltage proportional to the temperature of the exhaust gas ich came out of the SOx absorbent 17 is attached in inlet-port section 21a of casing 21, and the output voltage of a perature sensor 23 is inputted into input port 35 through A-D converter 38. Moreover, the rotational frequency sor 41 which generates the output pulse showing an engine rotational frequency is connected to input port 35. The put port 36 is connected to the ignition plug 4 and the fuel injection valve 11, and the actuator 27 through the responding drive circuit 39, respectively.

24] In this gasoline engine, fuel injection duration TAU is computed, for example based on a degree type.  $U = TP - K$  -- here, TP shows basic fuel injection duration and K shows the correction factor. The basic fuel injection ation TP shows fuel injection duration required to make into theoretical air fuel ratio the air-fuel ratio of the gaseous xture supplied in an engine cylinder. This basic fuel injection duration TP is beforehand found by experiment, and is orehand memorized in ROM32 in the form of a map as shown in drawing 2 as a function of engine load  $Q/N$  (halation air content  $Q$  / engine rotational frequency  $N$ ) and the engine rotational frequency  $N$ . A correction factor  $K$  is multiplier for controlling the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in an engine cylinder, and if it is  $K = 1.0$ , gaseous mixture supplied in an engine cylinder will serve as theoretical air fuel ratio. On the other hand, if the air- l ratio of the gaseous mixture supplied in an engine cylinder will become larger than theoretical air fuel ratio if set to 1.0, namely, it becomes Lean and it is set to  $K > 1.0$ , the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in an engine nder will become smaller than theoretical air fuel ratio, namely, will become rich.

25] and in the gasoline engine of the gestalt of this operation Lean Air Fuel Ratio Control is performed the value of a rection factor  $K$  being used as a value smaller than 1.0 in a load operating range in engine low. SUTOIKI control is formed at the time of the warm-up at the time of an engine heavy load operating range and engine starting, the value a correction factor  $K$  being used as 1.0 at the time of acceleration and fixed-speed operation of 120 or more km/h. In engine full load operating range, the value of a correction factor  $K$  is set up so that it may consider as a bigger value n 1.0 and rich Air Fuel Ratio Control may be performed.

26] in an internal combustion engine, the value of a correction factor  $K$  usually makes [ in / the frequency by which v Naka load operation is carried out is the highest, therefore / most of an operation term throughout ] it smaller than

-- having -- Lean -- gaseous mixture is made to burn

27] Drawing 3 shows roughly the concentration of the typical component in the exhaust gas discharged from a combustion chamber 3. unburnt [ in the exhaust gas discharged from a combustion chamber 3 as shown in this drawing ] -- the concentration of HC and CO increases, so that the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3 becomes rich, and the concentration of the oxygen O2 in the exhaust gas discharged from a combustion chamber 3 increases, so that the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3 becomes Lean.

28] The NOx catalyst 20 held in casing 21 makes an alumina support, and it comes to support at least one chosen from Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, alkali metal like Caesium Cs, Barium Ba, an alkaline earth like Calcium Ca, Lanthanum La, and rare earth like Yttrium Y, and noble metals like Platinum Pt on this support.

29] The absorption/emission action of NOx which emits NOx absorbed when the NOx catalyst 20 absorbed NOx in the air-fuel ratio (henceforth an exhaust air air-fuel ratio) of inflow exhaust gas was Lean when this NOx catalyst had been arranged to an engine's flueway, and the oxygen density in inflow exhaust gas fell is performed. Here, an exhaust air air-fuel ratio means the ratio of the air supplied in the upstream flueway from the engine inhalation-of-air and the NOx catalyst 20, and a fuel (hydrocarbon).

30] in addition, when a fuel (hydrocarbon) or air is not supplied in an upstream flueway from the NOx catalyst 20 exhaust air air-fuel ratio is [ therefore ] in agreement with the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3. In this case the gaseous mixture which the NOx catalyst 20 absorbs NOx when the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3 is Lean, and is supplied in a combustion chamber 3 -- NOx is absorbed when the inner oxygen density fell will be emitted.

31] There is also \*\* or a part which does not come out about the detailed mechanism of the absorption/emission action of NOx by the NOx catalyst 20. However, it is thought that this absorption/emission action is performed by the mechanism as shown in drawing 4. Next, although this mechanism is explained taking the case of the case where Platinum Pt and Barium Ba are made to support, on support, it becomes the same mechanism even if it uses other noble metals, alkali metal, an alkaline earth, and rare earth.

32] That is, as the oxygen density in inflow exhaust gas will increase sharply if the air-fuel ratio of inflow exhaust gas becomes Lean considerably, and shown in drawing 4 (A), it is oxygen O2. It adheres to the front face of Platinum Pt in the form of O2- or O2-. On the other hand, NO contained in inflow exhaust gas reacts with O2- or O2- on the front face of Platinum Pt, and is NO2. It becomes  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ .

33] Subsequently, being absorbed in the NOx catalyst 20 and combining with the barium oxide BaO oxidizing on Platinum Pt, a part of generated NO2 is diffused in the NOx catalyst 20 in the form of nitrate ion NO3-, as shown in drawing 4 (A). Thus, NOx is absorbed in the NOx catalyst 20.

34] As long as the oxygen density in inflow exhaust gas is high, NO2 is generated on the front face of Platinum Pt, and it is NOx of the NOx catalyst 20. Unless absorptance is saturated, NO2 is absorbed in the NOx catalyst 20, and nitrate ion NO3- is generated.

35] On the other hand, if the oxygen density in inflow exhaust gas falls and the amount of generation of NO2 falls, a reaction will go to hard flow ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$ ), and nitrate ion NO3- within the NOx catalyst 20 will be emitted from the NOx catalyst 20 in the form of NO2 or NO. That is, a fall of the oxygen density in inflow exhaust gas will emit NOx from the NOx catalyst 20. If the oxygen density in inflow exhaust gas will fall if the degree of Lean of inflow exhaust gas becomes low, therefore the degree of Lean of inflow exhaust gas is made low as shown in drawing 3, NOx will be emitted from the NOx catalyst 20.

36] on the other hand, when the gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3 becomes SUTOIKI or a rich air-fuel ratio at this time, it is shown in drawing 3 -- as -- unburnt [ from an engine / a lot of ] -- HC and CO discharge -- being -- unburnt [ these ] -- HC and CO react with oxygen O2- on Platinum Pt, or O2-, and are made to oxidize

37] moreover, theoretical air fuel ratio or in order [ if it becomes rich, ] for the oxygen density in inflow exhaust gas fall to the degree of pole, NO2 or NO is emitted for an exhaust air air-fuel ratio from the NOx catalyst 20, and this NO2 or NO is shown in drawing 4 (B) -- as -- unburnt -- it reacts with HC and CO, and it is made to return and is set to

38] That is, HC in inflow exhaust gas and CO react immediately with oxygen O2- on Platinum Pt, or O2- first, and are made to oxidize, and if HC and CO still remain even if oxygen O2- or O2- on Platinum Pt is subsequently consumed, NOx discharged from NOx and the engine which were emitted from the NOx catalyst 20 will be made to turn them to N2 by this HC and CO.

39] Thus, when NO2 or NO stops existing on the front face of Platinum Pt, NO2 or NO is emitted to a degree from a degree from the NOx catalyst 20, and it is made to return to N2 further. Therefore, when an exhaust air air-fuel ratio is

4/12/2004

le into theoretical air fuel ratio or Rich, NOx will be emitted to the inside of a short time from the NOx catalyst 20.  
 40] Thus, if an exhaust air air-fuel ratio becomes Lean, NOx will be absorbed by the NOx catalyst 20, and if an  
 aust air air-fuel ratio is made into theoretical air fuel ratio or Rich, NOx will be emitted to the inside of a short time  
 n the NOx catalyst 20, and will be returned to N2. Therefore, discharge of NOx to the inside of atmospheric air can  
 prevented.

41] By the way, at the time of full load running, gaseous mixture supplied in a combustion chamber 3 is made into a  
 air-fuel ratio. Moreover, at the time of acceleration and 120km [ /] or more fixed-speed operation ofh, gaseous  
 ture is made into theoretical air fuel ratio (SUTOIKI) at the time of the warm-up at the time of engine starting at the  
 e of heavy load operation. When gaseous mixture is made into the Lean air-fuel ratio at the time of low Naka load  
 ration, NOx in exhaust gas will be absorbed by the NOx catalyst 20 at the time of low Naka load operation, and NOx  
 l be emitted and returned from the NOx catalyst 20 at the time of full load running and heavy load operation etc.  
 quency, such as full load running or heavy load operation, is low, and if there is much frequency of low Naka load  
 ration and the operation time excels, emission and reduction of NOx stop meeting the deadline, the NOx absorptance  
 x absorption capacity) of the NOx catalyst 20 will be saturated, and it will become impossible however, to absorb  
 x.

42] then -- the gestalt of this operation -- Lean -- the time of performing inside low load driving, when combustion of  
 eous mixture is performed -- comparatively -- alike -- a short period -- a spike ---like (short time) -- SUTOIKI -- or  
 t -- the air-fuel ratio of gaseous mixture is controlled so that combustion of gaseous mixture is performed, and  
 ission and reduction of NOx are performed in short period. Thus, for the absorption/emission of NOx, it calls it the  
 in Ricci Spike control to control "Lean", and spike-"theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio" to be repeated by  
 is by the following explanation a period with an exhaust air air-fuel ratio (the gestalt of this operation air-fuel ratio of  
 eous mixture) short in comparison.

43] Moreover, if sulfur (S) is contained in the fuel and the sulfur in a fuel burns, sulfur oxides (SOx), such as SO2  
 SO3, will be generated, and the NOx catalyst 20 will also absorb these [ SOx ] in exhaust gas. It is thought that the  
 x absorption mechanism of the NOx catalyst 20 is the same as an NOx absorption mechanism. Namely, if it explains  
 ing the case of the case where Platinum Pt and Barium Ba are made to \*\*\*\*, on support like the time of explaining  
 absorption mechanism of NOx, as mentioned above When an exhaust air air-fuel ratio is Lean, oxygen O2 has  
 ured to the front face of the platinum Pt of the NOx catalyst 20 in the form of O2- or O2-, and SOx in inflow exhaust  
 (for example, SO2) oxidizes on the front face of Platinum Pt, and serves as SO3.

44] Then, generated SO3 is absorbed in the NOx catalyst 20, combines with the barium oxide BaO, oxidizing further  
 the front face of Platinum Pt, is diffused in the NOx catalyst 20 in the form of sulfate ion SO42-, and generates a  
 fate BaSO4. This sulfate BaSO4 will remain in the NOx catalyst 20, without it being stable and decomposing, and  
 ng decomposed even if only a short time makes the air-fuel ratio of inflow exhaust gas theoretical air fuel ratio or  
 Ricci by \*\*\*\*\* and the Lean Ricci Spike control mentioned above. Therefore, if the amount of generation of BaSO4  
 hin the NOx catalyst 20 increases with time amount progress, the amount of BaO which can participate in absorption  
 the NOx catalyst 20 will decrease, and the absorptance of NOx will decline. It is this, i.e., SOx poisoning.

45] Then, the SOx absorbent 17 which emits SOx absorbed when the oxygen density of the exhaust gas which  
 orbs SOx and flows when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas is Lean so that SOx may not flow into the  
 x catalyst 20 with the gestalt of this operation was low is arranged for the upstream rather than the NOx catalyst 20.  
 hough this SOx absorbent 17 also absorbs NOx with SOx when the air-fuel ratio of the exhaust gas which flows into  
 SOx absorbent 17 is Lean, not only SOx absorbed when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas was made into  
 oretical air fuel ratio or Ricci and the oxygen density became low but NOx is emitted.

46] As mentioned above, even if it makes into theoretical air fuel ratio or Ricci the air-fuel ratio of the exhaust gas  
 ich the sulfate BaSO4 stabilized when SOx was absorbed is generated, consequently flows into the NOx catalyst 20,  
 th the NOx catalyst 20, SOx is no longer emitted from the NOx catalyst 20. therefore, when the air-fuel ratio of the  
 aust gas which flows into the SOx absorbent 17 is made into theoretical air fuel ratio or Ricci, in order to emit SOx  
 m the SOx absorbent 17 Even if it makes it absorbed SOx exist in the SOx absorbent 17 in the form of sulfate ion  
 42- or a sulfate BaSO4 is generated, it is necessary to make it exist in the SOx absorbent 17 in the condition that a  
 fate BaSO4 is not stabilized. The SOx absorbent 17 which \*\*\*\*(ed) at least one chosen from Copper Cu, Iron Fe,  
 anganese Mn, transition metals like Nickel nickel, Sodium Na, Titanium Ti, and Lithium Li on the support which  
 nsists of an alumina as a SOx absorbent 17 which makes this possible can be used.

47] In this SOx absorbent 17, SO2 in exhaust gas oxidizing on the front face of the SOx absorbent 17, when the air-  
 el ratio of the exhaust gas which flows into the SOx absorbent 17 is Lean, in the form of sulfate ion SO42-, it is  
 sorbed in the SOx absorbent 17 and, subsequently to in the SOx absorbent 17, is spread. In this case, if Platinum Pt,

4/12/2004



adium Pd, or the rhodiums Rh are made to \*\*\*\* on the support of the SOx absorbent 17, SO<sub>2</sub> will become easy to absorb on Platinum Pt, Palladium Pd, and Rhodium Rh in the form of SO<sub>3</sub>2-, and SO<sub>2</sub> will become in this way that it is to be absorbed in the SOx absorbent 17 in the form of sulfate ion SO<sub>4</sub>2-. Therefore, in order to promote absorption of SO<sub>2</sub>, it is desirable to make Platinum Pt, Palladium Pd, or Rhodium Rh \*\*\*\* on the support of the SOx absorbent 17.

48] If the air-fuel ratio of the exhaust gas which will flow into the SOx absorbent 17 if this SOx absorbent 17 is changed for the upstream of the NOx catalyst 20 becomes Lean, SOx in exhaust gas will be absorbed by the SOx absorbent 17, therefore SOx stops flowing into the down-stream NOx catalyst 20, and only NOx in exhaust gas will be absorbed with the NOx catalyst 20.

49] SOx absorbed by the SOx absorbent 17 on the other hand as mentioned above is diffused in the SOx absorbent in the form of sulfate ion SO<sub>4</sub>2-, or serves as a sulfate BaSO<sub>4</sub> in the unstable condition. Therefore, when the air-fuel ratio of the exhaust gas which flows into the SOx absorbent 17 becomes theoretical air fuel ratio or Ricci and an oxygen deficiency falls, SOx absorbed by the SOx absorbent 17 will be easily emitted from the SOx absorbent 17.

50] By the way, research of these people showed the following thing about the absorption/emission action of the SOx absorbent 17. Since the SOx adsorption power of the SOx absorbent 17 is strong when there are few amounts of SOx(es) absorbed by the SOx absorbent 17, by having passed the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio a short time (for example, 5 or less seconds), SOx is not emitted to the SOx absorbent 17 from the SOx absorbent 17. But this, these people are checking that SOx is not emitted from the SOx absorbent 17 by the duration of Ricci Spike at the time of the Lean Ricci Spike control to which NOx is made to emit from the NOx catalyst 20 and which is formed for accumulating, when there are few amounts of SOx(es) absorbed by the SOx absorbent 17.

51] However, since the SOx adsorption power of the SOx absorbent 17 becomes weak when the amount of SOx(es) absorbed by the SOx absorbent 17 increases, also when the short-time style of the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio is carried out to the SOx absorbent 17, SOx leaks and comes out from the SOx absorbent 17, and there is a possibility of carrying out poisoning of the down-stream NOx catalyst 20.

52] So, with the gestalt of this operation, the amount of SOx(es) absorbed by the SOx absorbent 17 from the start of engine operational status is presumed, the time of that presumed SOx absorbed amount reaching the specified quantity is judged to be the stage to which SOx should be made to emit from the SOx absorbent 17, and processing (this processing is hereafter called regeneration) to which SOx is made to emit positively from the SOx absorbent 17 is performed. It faces performing regeneration of the SOx absorbent 17. ECU30 The engine operational status at that time is judged from the engine rotational frequency N and engine load Q/N. Moreover, it substitutes for exhaust gas temperature when [ that ] a temperature sensor 23 detects as temperature of the SOx absorbent 17. SUTOIKI or the Ricci conditions that fuel consumption aggravation can emit SOx few most efficiently based on engine operational status and the temperature of the SOx absorbent 17 are selected, and it performs by passing the exhaust gas which operates an engine and is discharged with the selected air-fuel ratio to the long duration SOx absorbent 17.

53] Moreover, if temperature of the SOx absorbent 17 is made into the elevated temperature beyond predetermined temperature (for example, 550-degreeC), it turns out that it can promote emission of SOx if it puts that SOx is easy to be emitted from the SOx absorbent 17 in another way. So, during regeneration activation of the SOx absorbent 17, with a proper means, ECU30 performs temperature control of exhaust gas temperature, and controls the temperature of the SOx absorbent 17 by the gestalt of this operation beyond said predetermined temperature (this is hereafter called SOx emission temperature).

54] The exhaust gas which flowed out of the SOx absorbent 17 when the SOx absorbent 17 was reproduced (The exhaust gas discharged from the SOx absorbent 17 at the time of regeneration is hereafter called playback exhaust air.) since a lot of SOx(es) emitted [ that it may distinguish from the exhaust gas discharged from the SOx absorbent 17 ] from the SOx absorbent 17 at the time of un-regenerating will be contained, If this playback exhaust air flows into the NOx catalyst 20, SOx under playback exhaust air will be absorbed by the NOx catalyst 20, the NOx catalyst 20 will try out SOx poisoning, and the semantics which formed the SOx absorbent 17 will be lost. Then, in order to prevent it SOx emitted from the SOx absorbent 17 at the time of regeneration of the SOx absorbent 17 is absorbed by the NOx catalyst 20, at the time of regeneration of the SOx absorbent 17, he holds the exhaust air selector valve 28 to a pass open position, and is trying to draw the playback exhaust air which flowed out of the SOx absorbent 17 in a by-pass pipe 26 with the gestalt of this operation. in addition, SOx emitted from the SOx absorbent 17 -- unburnt [ in exhaust gas ] -- you are made to return by HC and CO, and it is set to SO<sub>2</sub> and emitted.

55] Moreover, at the time of heavy load operation of an engine, at the time of the warm-up at the time of engine starting, at the time of acceleration and fixed-speed operation of 120 or more km/h, SUTOIKI control of the air-fuel ratio is carried out, and an air-fuel ratio is considered as the Ricci control with the gestalt of this operation at the time of



load running. Therefore, at the time of these operational status, the air-fuel ratio of exhaust gas becomes theoretical fuel ratio or Ricci, and the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio will flow into the SOx absorbent 17.

56] As mentioned above, even if the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio flows into the SOx absorbent 17, since SOx will not be emitted from the SOx absorbent 17 if it is an instant, a problem is not produced at all, but when it continues to some extent and it flows, and there is a possibility that SOx may be emitted from the SOx absorbent 17 and this exhaust gas flows into the down-stream NOx catalyst 20, there is a possibility that the NOx catalyst 20 may carry out SOx poisoning. Since emission of SOx from the SOx absorbent 17 will be promoted if exhaust temperature becomes especially beyond said SOx emission temperature, a possibility that the NOx catalyst 20 may carry out SOx poisoning becomes large.

57] For example, the warm-up at the time of engine starting may cover a long time, since it is continued until warming up of the engine body 1 is carried out, the time of acceleration, and also when [ a certain amount of ] being carried out by carrying out time amount continuation, there is, and fixed-speed operation of 120 or more km/h also has a possibility that it may be continued to the transit in a highway for a long time, and SOx may be emitted from said SOx absorbent 17 in these cases.

58] With the gestalt of this operation, at the time of heavy load operation, at then, the time of the warm-up at the time of engine starting At the time of acceleration and 120km [ / ] or more fixed-speed operation ofh, at the time of full speed running etc. The result of having carried out SUTOIKI or Ricci control of the air-fuel ratio by the demand from engine operational status, When the air-fuel ratio of exhaust gas becomes theoretical air fuel ratio or Ricci and the exhaust gas temperature detected with the temperature sensor 23 becomes beyond SOx emission temperature The exhaust air selector valve 28 was held to the bypass open position, the exhaust gas which flowed out of the SOx absorbent 17 was drawn in the by-path pipe 26, and it has prevented flowing into the NOx catalyst 20.

59] That is, with the gestalt of this operation, when an air-fuel ratio is SUTOIKI-controlled or Ricci controlled and exhaust gas temperature has become irrespective of whether regeneration of the SOx absorbent 17 is performed beyond SOx emission temperature, the exhaust gas which flowed out of the SOx absorbent 17 was drawn in the by-path pipe 26, and it has prevented flowing into the NOx catalyst 20.

60] By the way, as mentioned above, uptake of the PM in exhaust gas is carried out to a filter 24, but it is desirable to remove PM serially and to remove PM by which uptake was carried out, when controlling the rise of an exhaust back pressure.

61] PM which carried out uptake of the internal combustion engine when the floor temperature of a filter 24 had become beyond predetermined temperature (for example, 500-degreeC) since the oxygen density of exhaust gas was very high when having burned in the Lean air-fuel ratio can be burned, therefore PM does not accumulate on a filter 24.

62] However, since the oxygen density of exhaust gas becomes quite low compared with the time of burning an internal combustion engine in the Lean air-fuel ratio when having burned in theoretical air fuel ratio or the Ricci air-fuel ratio, even if the floor temperature of a filter 24 has reached said predetermined temperature, since oxygen is insufficient, PM by which uptake was carried out cannot be burned, and there is a possibility that PM may accumulate on a filter 24.

63] If it thinks conversely and a predetermined oxygen density is securable in the whole region in a filter 24 even if there is a time of having burned the internal combustion engine in theoretical air fuel ratio or the Ricci air-fuel ratio, it can burn PM the whole region in a filter 24, and should be able to prevent that PM accumulates on a filter 24.

64] Then, in this internal combustion engine's exhaust emission control device, in order to secure a predetermined oxygen density in the whole region in a filter 24, the presentation of exhaust gas was controlled so that the oxygen density (this is hereafter called a filter appearance gas oxygen density) of the exhaust gas of the lower stream of a river of a filter 24 was managed and this filter appearance gas oxygen density always turned into more than predetermined concentration (for example, 1000 ppm) by O2 sensor 25 formed in the lower stream of a river of a filter 24.

65] In addition, in order, as for these people, for a filter appearance gas oxygen density to always become more than above-mentioned predetermined concentration, the oxygen density of the upstream of a filter 24 is usually checking something required 1% or more.

66] Here, although various exhaust gas presentation control means which control the presentation of exhaust gas are considered, they are realized by controlling an internal combustion engine's ignition timing with the gestalt of this operation. It is because an internal combustion engine's combustion condition can be controlled by ignition timing control of an internal combustion engine, consequently the oxygen density of exhaust gas can be controlled. For example, an oxygen density can be increased, while an internal combustion engine's combustion will become imperfect and making the fuel and carbon monoxide which are not burned in exhaust gas increase by this, when the lag of an internal combustion engine's ignition timing is carried out.

67] Furthermore, if the concrete example of control is given, it will experiment beforehand, and will ask for the

gnitude of the lag of ignition timing required in order to make this into said predetermined oxygen density according to the insufficient degree of a filter appearance gas oxygen density for every engine operational status, this will be made as a map, and it will memorize to ROM of ECU30 beforehand. And ECU30 computes the insufficient degree of an oxygen density based on the oxygen density detected by O2 sensor 25, asks for the magnitude of the lag of ignition timing with reference to said map, and performs lag control of ignition timing.

68] Thus, since the reducing agent in exhaust gas (HC, CO) will react with oxygen and the floor temperature of a filter 24 will be raised with the heat of reaction in case the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio flows a concentration, compared with the time of the amount of oxygen in a filter 24 being the exhaust gas of the Lean air-fuel ratio, PM can be burned in a filter 24 at least. Especially, with the gestalt of this operation, since the reducing agent in a filter 24 and the reaction of oxygen are promoted and the temperature up of the floor temperature of a filter 24 is promoted by having \*\*\*\*(ed) the oxidation catalyst in the filter 24, combustion of PM can be promoted.

69] Also while carrying out SUTOIKI control of an internal combustion engine's air-fuel ratio and carrying out Ricci control by this not only when having burned the internal combustion engine in the Lean air-fuel ratio, but, it can be made to burn without making a filter 24 deposit PM by which uptake was carried out to the filter 24 also at the time of Ricci Spike in the Lean Ricci Spike control.

70] Moreover, since the component which HC of a high-boiling point etc. checks SOx absorption of the SOx absorbent 17, or checks NOx absorption of the NOx catalyst 20 is also contained in PM by which uptake is carried out in a filter 24, therefore these components stop flowing into the SOx absorbent 17 or the NOx catalyst 20, the contamination capacity of the SOx absorbent 17 and the NOx catalyst 20 is highly maintainable.

71] Next, the flow of exhaust gas is divided into a case and explained. While carrying out the Lean Ricci Spike control of the <Lean Ricci Spike control> air-fuel ratio, as a continuous line shows the exhaust air selector valve 28 in drawing 1, it holds to a bypass closed position. If it does in this way, exhaust gas will flow in order of a filter 24, the SOx absorbent 17, and the NOx catalyst 20, and will not flow to a by-path pipe

72] At this time, PM by which uptake of the PM in exhaust gas was carried out to the filter 24, and was removed, uptake was carried out burns in a filter 24, serves as H2O and CO2 grade, and flows to the SOx absorbent 17.

73] Moreover, SOx in exhaust gas will be absorbed by the SOx absorbent 17, the exhaust gas which does not contain SOx in the NOx catalyst 20 will flow, and SOx poisoning of the NOx catalyst 20 is prevented. Moreover, NOx in exhaust gas is also purified in the NOx catalyst 20 (absorption/emission and reduction purification), and it is set to N2 emitted.

74] It is a time of SUTOIKI-controlling or Ricci controlling the <time of below SUTOIKI or the Ricci control, and SOx emission temperature>, next an air-fuel ratio. When the temperature of the SOx absorbent 17 has not reached SOx emission temperature (for example, about 550-degreeC) The exhaust air selector valve 28 is held to a bypass closed position, and exhaust gas is made not to flow from the SOx absorbent 17 to a sink and a by-path pipe 26 like the time of Lean Ricci Spike control mentioned above at the NOx catalyst 20.

75] PM by which uptake of the PM in exhaust gas was carried out to the filter 24, and was removed, and uptake was carried out also in this case burns in a filter 24, serves as H2O, CO2, CO, etc., and flows to the SOx absorbent 17.

76] Moreover, since the temperature of the SOx absorbent 17 has not reached SOx emission temperature, it will be absorbed by the SOx absorbent 17, the exhaust gas which does not contain SOx in the NOx catalyst 20 will flow, and NOx catalyst 20 does not carry out SOx poisoning of the SOx in exhaust gas. And when the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio flows for the NOx catalyst 20, NOx absorbed by the NOx catalyst 20 is emitted and reduction purification is carried out N2.

77] When it is a time of SUTOIKI-controlling or Ricci controlling the air-fuel ratio of exhaust gas by < SUTOIKI or Ricci control by the demand from the operational status of internal combustion engines, such as the time beyond SOx emission temperature and time of regeneration of SOx absorbent >, next a warm-up of an engine, and the temperature of the SOx absorbent 17 is beyond SOx emission temperature, and as a broken line shows the exhaust air selector valve 28 in drawing 1 at the time of regeneration of the SOx absorbent 17, it holds to a bypass open position. If it does in this way, exhaust gas will flow in order of a filter 24, the SOx absorbent 17, and a by-path pipe 26, and will not flow for the NOx catalyst 20.

78] Also in this case, PM by which uptake of the PM in exhaust gas was carried out to the filter 24, and was removed, and uptake was carried out burns in a filter 24, serves as H2O, CO2, CO, etc., and flows to the SOx absorbent

79] Moreover, when the exhaust gas of SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio flows to the SOx absorbent 17, SOx

absorbed by the SOx catalyst 17 is emitted, and it is made to return by unburnt [ in exhaust gas / HC or CO ], and emitted SOx serves as SO2 and is discharged. Since the exhaust gas containing this SO2 is emitted to atmospheric air through a by-path pipe 26 and does not flow for the NOx-catalyst-20, the NOx-catalyst-20 does not carry out SOx poisoning. Moreover, NOx absorbed by the SOx catalyst 17 is also emitted to coincidence, and reduction purification is carried out N2.

[80] Gestalt] of operation of others [ [ ] Although control of an internal combustion engine's ignition timing realized exhaust gas presentation control means which controls the presentation of exhaust gas with the gestalt of operation mentioned above, an exhaust gas presentation control means is not restricted to this.

[81] For example, if it is an internal combustion engine having EGR equipment, an exhaust gas presentation control means is realizable with control of the amount of EGR(s). It is because the amount of oxygen which remains into exhaust gas, without being consumed can be made [ many ] if combustion is made slow by increasing the amount of EGR(s). When this also controls an internal combustion engine's combustion, it can be called the exhaust gas presentation control means which controls the presentation of exhaust gas.

[82] Moreover, when an internal combustion engine is the Taki cylinder, an exhaust gas presentation control means can be realized by controlling to a different air-fuel ratio for every gas column. For example, in some gas columns, it can be made in the Lean air-fuel ratio, and by burning in the Ricci air-fuel ratio, as an air-fuel ratio of the whole exhaust gas, it can be made theoretical air fuel ratio or the Ricci air-fuel ratio, and an oxygen density can be made high as the whole exhaust gas in other gas columns. In this case, the magnitude of the oxygen density of exhaust gas is controllable to a desired setup of the number of gas columns burned in the Lean air-fuel ratio, and the number of gas columns burned in the Ricci air-fuel ratio, a setup of the Ricci degree of the Ricci air-fuel ratio, or by combining these.

[83] Although the example applied to the gasoline engine explained this invention with the gestalt of each operation mentioned above, this invention is applicable also to the diesel power plant in which combustion with SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio is also possible. As a diesel power plant in which combustion with SUTOIKI or the Ricci air-fuel ratio is also possible, the diesel power plant equipped with EGR equipment can be illustrated.

[84] Effect of the Invention] The particulate filter which was prepared in the flueway according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this application, By having had the exhaust gas presentation control means which controls the presentation of exhaust gas so that the exhaust gas of the lower stream of a river of particulate filter always becomes an oxygen density more than predetermined concentration Since PM by which smoke was always carried out to the particulate filter irrespective of an internal combustion engine's operational status can be burned The outstanding effectiveness that it can prevent that PM accumulates on a particulate filter, consequently rise of an exhaust back pressure can be prevented is done so.

[85] Moreover, since PM stops flowing into an occlusion reduction type NOx catalyst when the lower stream of a filter of a particulate filter is equipped with an occlusion reduction type NOx catalyst, the decontamination capacity of occlusion reduction type NOx catalyst is highly maintainable.

[translation done.]

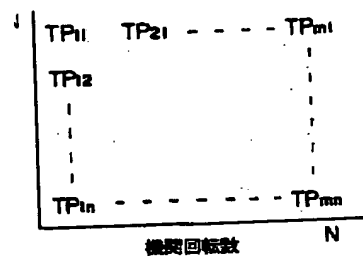
OTICES \*

an Patent Office is not responsible for any  
ages caused by the use of this translation.

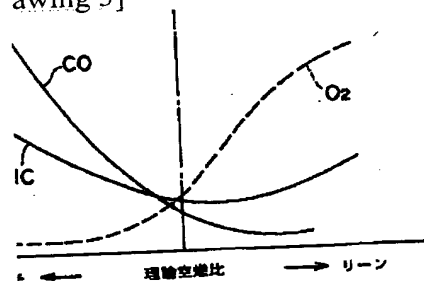
his document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.  
\*\*\* shows the word which can not be translated.  
the drawings, any words are not translated.

AWINGS

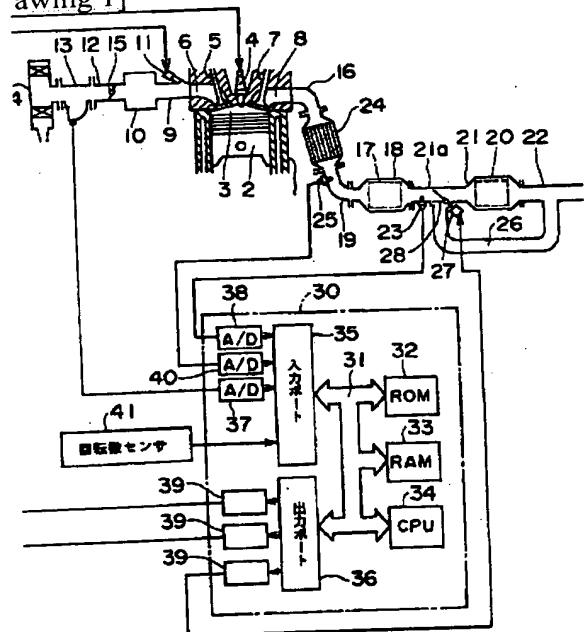
awing 2]



awing 3]



rawing 1]

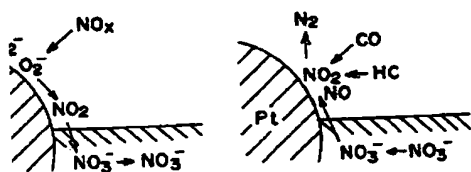


4/12/2004

rawing 4]

(A)

(B)



anslation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-303878  
(P2000-303878A)

(43)公開日 平成12年10月31日(2000. 10. 31)

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テ-マコ-ト*(参考)       |
|--------------------------|-------|---------------|-------------------|
| F 0 2 D 41/04            | 3 5 5 | F 0 2 D 41/04 | 3 5 5 3 G 0 9 0   |
| F 0 1 N 3/02             | 3 0 1 | F 0 1 N 3/02  | 3 0 1 Z 3 G 0 9 1 |
| 3/08                     | Z A B | 3/08          | Z A B A 3 G 3 0 1 |
| 3/24                     |       | 3/24          | E                 |
| 3/28                     | 3 0 1 | 3/28          | 3 0 1 C           |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-112447

(22)出願日 平成11年4月20日(1999. 4. 20)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 広田 信也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

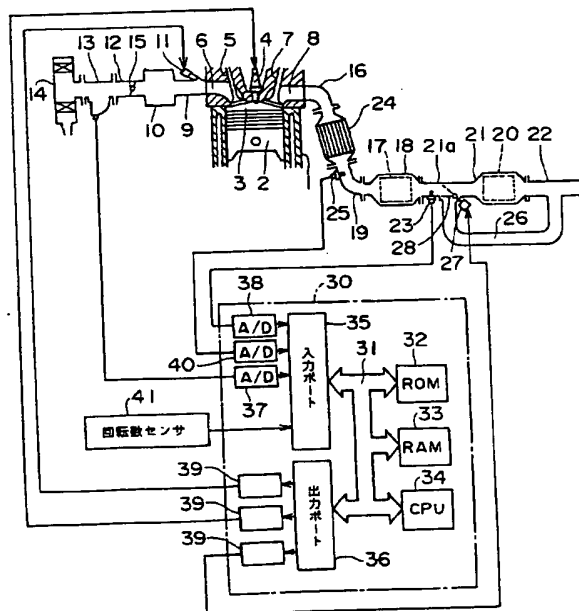
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 エンジンの運転状態にかかわらず常時パティキュレートフィルタに捕集されたPMを燃焼可能にする。

【解決手段】 リーンバーンガソリンエンジンの排気通路に、上流側から順に、パティキュレートフィルタ24と、SOx吸収剤17と、NOx触媒20とを設け、このNOx触媒20を迂回するバイパス管26を設け、バイパス管26の始端部には、排気ガスの経路を切り替えるための排気切替弁28を設ける。エンジンを理論空燃比またはリッチ空燃比で燃焼しているときにも、パティキュレートフィルタ24の下流の排気ガスが常に所定濃度以上の酸素濃度になるように、点火時期の遅角制御等を実行する。これにより、エンジンの運転状態にかかわらず、パティキュレートフィルタ24の全域において捕集されたPMを燃焼させることが可能になり、PMがパティキュレートフィルタ24に堆積することがない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リーン空燃比での燃焼と理論空燃比またはリッチ空燃比での燃焼が可能な内燃機関から排出される排気ガスを浄化する内燃機関の排気浄化装置において、

前記内燃機関の排気通路に設けられたパティキュレートフィルタと、

このパティキュレートフィルタの下流の排気ガスが常に所定濃度以上の酸素濃度になるように排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記パティキュレートフィルタの下流に酸素濃度検出手段を備え、この酸素濃度検出手段の検出結果に基づいて前記排気ガス組成制御手段が制御されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記パティキュレートフィルタには、酸化能を有する触媒が担持されていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記パティキュレートフィルタの下流に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに $\text{NO}_x$ を吸収し流入する排気ガスの酸素濃度が低いときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出し $\text{N}_2$ に還元する吸蔵還元型 $\text{NO}_x$ 触媒を備えることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記排気ガス組成制御手段は、内燃機関の燃焼を制御することにより排気ガスの組成を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項6】 前記排気ガス組成制御手段は、前記内燃機関の気筒毎に空燃比を変えて燃焼することにより排気ガスの組成を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、排気通路にパティキュレートフィルタを備えた内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】希薄燃焼可能な内燃機関であるディーゼルエンジンでは、排気ガス中に煤やSOF (Soluble Organic Fraction) 等の粒子状物質 (以下、PMと略す) を含むため、これを除去するために排気通路にディーゼルパティキュレートフィルタ (以下、DPFと略す) と称されるフィルタを設けることが多い。例えば、特開平9-53442号公報に開示されたディーゼルエンジンでは、排気通路にDPFとリーン $\text{NO}_x$ 触媒を設けている。

【0003】このDPFにPMが堆積すると背圧が上昇し機関出力の低下を招くので、捕集されたPMを燃焼し

て除去する必要がある。従来のディーゼルエンジンでは通常の運転状態において常に空燃比がかなりリーンであるので、排気ガスの酸素濃度もかなり高く、DPF内の温度が所定温度以上あればPMを燃焼することができた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年においては、リーン空燃比だけでなく理論空燃比またはリッチ空燃比でも燃焼可能な内燃機関が開発されている。例えば、希薄燃焼可能なリーンバーンガソリンエンジンには、低中負荷運転領域ではリーン空燃比制御とされ、加速時や高負荷運転領域等ではストイキ (理論空燃比) 制御とされ、全負荷運転領域ではリッチ空燃比制御とされるものがある。また、該種内燃機関の排気通路に、流入排気ガスの空燃比がリーン (即ち、酸素過剰雰囲気) のときに $\text{NO}_x$ を吸収し流入排気ガスの酸素濃度が低下したときに吸収した $\text{NO}_x$ を放出し $\text{N}_2$ に還元する触媒、いわゆる吸蔵還元型 $\text{NO}_x$ 触媒 (以下、 $\text{NO}_x$ 触媒と略す) を備えた場合には、内燃機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で運転することにより排気ガスの酸素濃度を低下させ、 $\text{NO}_x$ 触媒に吸収された $\text{NO}_x$ を放出・還元させることもある。

【0005】このようなエンジンの排気通路にパティキュレートフィルタを設けると、理論空燃比またはリッチ空燃比で燃焼している時には排気ガスの酸素濃度が低くなるため、パティキュレートフィルタ内の温度が前記所定温度に達していても酸素不足でPMを燃焼することができず、PMが堆積する虞れがある。

【0006】本発明はこのような従来の技術の問題点を鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、リーン空燃比での燃焼と理論空燃比またはリッチ空燃比での燃焼が可能な内燃機関の排気通路にパティキュレートフィルタを設けた場合に、パティキュレートフィルタにPMが堆積しないようにすることにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。本発明は、リーン空燃比での燃焼と理論空燃比またはリッチ空燃比での燃焼が可能な内燃機関から排出される排気ガスを浄化する内燃機関の排気浄化装置において、前記内燃機関の排気通路に設けられたパティキュレートフィルタと、このパティキュレートフィルタの下流の排気ガスが常に所定濃度以上の酸素濃度になるように排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0008】この内燃機関において理論空燃比またはリッチ空燃比での燃焼が行われているときには、リーン空燃比での燃焼のときに比較すると排気ガスの酸素濃度は低くなる。しかしながら、低いとは言えパティキュレートフィルタの下流の排気ガスの酸素濃度が常に所定濃度



以上に保持されることから、パティキュレートフィルタの後端まで所定の酸素濃度が確保されることになる。そして、パティキュレートフィルタ内部において排気ガス中の還元剤と酸素が反応してパティキュレートフィルタの床温度を昇温し、パティキュレートフィルタに捕集されたPMが燃焼する。その結果、パティキュレートフィルタの全域においてPMの堆積を防止することができる。

【0009】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置において、リーン空燃比での燃焼と理論空燃比またはリッチ空燃比での燃焼が可能な内燃機関としては、筒内直接噴射式のリーンバーンガソリンエンジンや、ストイキまたはリッチ空燃比での燃焼可能なディーゼルエンジンを例示することができる。

【0010】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置においては、前記パティキュレートフィルタの下流に酸素濃度検出手段を備え、この酸素濃度検出手段の検出結果に基づいて前記排気ガス組成制御手段を制御するようにしてもよい。

【0011】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置においては、前記パティキュレートフィルタに酸化能を有する触媒を担持するのが好ましい。このようにすると、パティキュレートフィルタにおいて還元剤の酸化が促進され、その結果、パティキュレートフィルタの床温度が昇温して、PMの燃焼が促進する。

【0012】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置においては、前記パティキュレートフィルタの下流に、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときにNO<sub>x</sub>を吸収し流入する排気ガスの酸素濃度が低いときに吸収したNO<sub>x</sub>を放出しN<sub>2</sub>に還元する吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒を備えてもよい。

【0013】吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒は、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されてなるもの例示することができる。

【0014】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置において、前記排気ガス組成制御手段は、内燃機関の燃焼を制御することにより排気ガスの組成を制御するものとする。例えば、内燃機関の点火時期を遅角させることにより燃焼を不完全なものとし、これによって未燃焼の燃料および一酸化炭素を増加させるとともに酸素濃度を増加することができる。この場合には、点火時期制御手段が排気ガス組成制御手段を構成することになる。また、排気再循環装置（所謂、EGR）を備える内燃機関では、排気再循環量を増大させることにより、燃焼を緩慢にして酸素の消費量を減らし、これにより排気ガスの酸素濃度を増加させることができる。この場合に

は、EGR制御手段が排気ガス組成制御手段を構成することになる。

【0015】本発明に係る内燃機関の排気浄化装置において、前記排気ガス組成制御手段は、前記内燃機関の気筒毎に空燃比を変えて燃焼することにより排気ガスの組成を制御するものとする。例えば、一部の気筒ではリーン空燃比で燃焼し、他の気筒ではリッチ空燃比で燃焼することにより、排気ガス全体の空燃比としては理論空燃比またはリッチ空燃比にすることができ、排気ガス全体として酸素濃度を高くすることができる。ここで、排気ガスの空燃比とは、機関吸気通路及びパティキュレートフィルタよりも上流での排気通路内に供給された空気及び燃料（炭化水素）の比をいう。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の一実施の形態を図1から図4の図面に基いて説明する。図1は本発明を希薄燃焼可能な車両用ガソリンエンジンに適用した場合の概略構成を示す図である。この図において、符号1は機関本体、符号2はピストン、符号3は燃焼室、符号4は点火栓、符号5は吸気弁、符号6は吸気ポート、符号7は排気弁、符号8は排気ポートを夫々示す。

【0017】吸気ポート6は対応する枝管9を介してサージタンク10に連結され、各枝管9には夫々吸気ポート6内に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁11が取り付けられている。サージタンク10は吸気ダクト12およびエアフロメータ13を介してエアクリーナ14に連結され、吸気ダクト12内にはスロットル弁15が配置されている。

【0018】一方、排気ポート8は排気マニホールド16を介してパティキュレートフィルタ（以下、フィルタと略す）24に連結され、フィルタ24は排気管19を介してSO<sub>x</sub>吸収剤17を内蔵したケーシング18に連結され、ケーシング18の出口部は吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒（以下、NO<sub>x</sub>触媒という）20を内蔵したケーシング21に連結され、ケーシング21は排気管22を介して図示しないマフラーに接続されている。SO<sub>x</sub>吸収剤17およびNO<sub>x</sub>触媒20については後で詳述する。

【0019】フィルタ24は、多孔質の薄肉壁によって仕切られた細長い多数のセルを有し、上流側を開口させ下流側を閉塞させたセルと下流側を開口させ上流側を閉塞させたセルとを互いに隣接させて配置してなり、排気ガスは薄肉壁を通して、上流側を開口させたセルから下流側を開口させたセルに流れ、その際に排気ガス中の煤やSOFなどのPMが薄肉壁に捕集される構造になっている。また、フィルタの薄肉壁には酸化能を有する触媒（例えば、酸化触媒）が担持されている。

【0020】ケーシング21の入口部21aと排気管22は、NO<sub>x</sub>触媒20を迂回するバイパス管26によって連結されており、バイパス管26の分岐部であるケー

シング21の入口部21aには、アクチュエータ27によって弁体が作動される排気切替弁28が設けられている。この排気切替弁28はアクチュエータ27によって、図1の実線で示されるようにバイパス管26の入口部を閉鎖し且つNOx触媒20への入口部を全開にするバイパス閉位置と、図1の破線で示されるようにNOx触媒20への入口部を閉鎖し且つバイパス管26の入口部を全開にするバイパス開位置のいずれか一方の位置を選択して作動せしめられる。

【0021】エンジンコントロール用の電子制御ユニット(ECU)30はデジタルコンピュータからなり、双方向バス31によって相互に接続されたROM(リードオンリメモリ)32、RAM(ランダムアクセスメモリ)33、CPU(セントラルプロセッサユニット)34、入力ポート35、出力ポート36を具備する。エアフロメータ13は吸入空気量に比例した出力電圧を発生し、この出力電圧がAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。

【0022】フィルタ24の下流の排気管19には、フィルタ24の下流の排気ガスの酸素濃度に比例した出力電圧を発生するO<sub>2</sub>センサ(酸素濃度検出手段)25が取り付けられており、O<sub>2</sub>センサ25の出力電圧がAD変換器40を介して入力ポート35に入力される。

【0023】ケーシング21の入口部21aには、SO<sub>x</sub>吸収剤17を出た排気ガスの温度に比例した出力電圧を発生する温度センサ23が取り付けられており、温度センサ23の出力電圧がAD変換器38を介して入力ポート35に入力される。また、入力ポート35には機関回転数を表す出力パルスを発生する回転数センサ41が接続されている。出力ポート36は対応する駆動回路39を介して夫々点火栓4および燃料噴射弁11、アクチュエータ27に接続されている。

【0024】このガソリンエンジンでは、例えば次式に基づいて燃料噴射時間TAUが算出される。

$$TAU = TP \cdot K$$

ここで、TPは基本燃料噴射時間を示しており、Kは補正係数を示している。基本燃料噴射時間TPは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を理論空燃比とするのに必要な燃料噴射時間を示している。この基本燃料噴射時間TPは予め実験により求められ、機関負荷Q/N(吸入空気量Q/機関回転数N)および機関回転数Nの関数として図2に示すようなマップの形で予めROM32内に記憶されている。補正係数Kは機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比を制御するための係数であって、K=1.0であれば機関シリンダ内に供給される混合気は理論空燃比となる。これに対してK<1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも大きくなり、即ちリーンとなり、K>1.0になれば機関シリンダ内に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも小さくなり、即ちリッチとなる。

【0025】そして、この実施の形態のガソリンエンジンでは、機関低中負荷運転領域では補正係数Kの値が1.0よりも小さい値とされてリーン空燃比制御が行われ、機関高負荷運転領域、エンジン始動時の暖機運転時、加速時、及び120km/h以上の定速運転時には補正係数Kの値が1.0とされてストイキ制御が行われ、機関全負荷運転領域では補正係数Kの値は1.0よりも大きな値とされてリッチ空燃比制御が行われるように設定してある。

【0026】内燃機関では通常、低中負荷運転される頻度が最も高く、したがって運転期間中の大部分において補正係数Kの値が1.0よりも小さくされて、リーン混合気が燃焼せしめられることになる。

【0027】図3は燃焼室3から排出される排気ガス中の代表的な成分の濃度を概略的に示している。この図からわかるように、燃焼室3から排出される排気ガス中の未燃HC、COの濃度は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリッチになるほど増大し、燃焼室3から排出される排気ガス中の酸素O<sub>2</sub>の濃度は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリーンになるほど増大する。

【0028】ケーシング21内に収容されているNOx触媒20は、例えばアルミナを担体とし、この担体上に例えばカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つと、白金Ptのような貴金属とが担持されてなる。

【0029】このNOx触媒20を機関の排気通路に配置すると、NOx触媒20は、流入排気ガスの空燃比(以下、排気空燃比という)がリーンのときにはNOxを吸収し、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出するNOxの吸放出作用を行う。ここで、排気空燃比とは、機関吸気通路およびNOx触媒20より上流の排気通路内に供給された空気および燃料(炭化水素)の比をいう。

【0030】なお、NOx触媒20より上流の排気通路内に燃料(炭化水素)あるいは空気が供給されない場合には、排気空燃比は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比に一致し、したがってこの場合には、NOx触媒20は燃焼室3内に供給される混合気の空燃比がリーンのときにはNOxを吸収し、燃焼室3内に供給される混合気中の酸素濃度が低下すると吸収したNOxを放出することになる。

【0031】NOx触媒20によるNOxの吸放出作用の詳細なメカニズムについては明かでない部分もある。しかしながら、この吸放出作用は図4に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次に、このメカニズムについて担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとりて説明するが、他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様な

メカニズムとなる。

【0032】即ち、流入排気ガス中の酸素濃度がかなりリーンになると流入排気ガス中の酸素濃度が大幅に増大し、図4(A)に示されるように酸素 $O_2$ が $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガスに含まれるNOは、白金Ptの表面上で $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ と反応し、 $NO_2$ となる( $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ )。

【0033】次いで、生成された $NO_2$ の一部は、白金Pt上で酸化されつつNOx触媒20内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら、図4(A)に示されるように硝酸イオン $NO_3^-$ の形でNOx触媒20内に拡散する。このようにしてNOxがNOx触媒20内に吸収される。

【0034】流入排気ガス中の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面で $NO_2$ が生成され、NOx触媒20のNOx吸収能力が飽和しない限り、 $NO_2$ がNOx触媒20内に吸収されて硝酸イオン $NO_3^-$ が生成される。

【0035】これに対して、流入排気ガス中の酸素濃度が低下して $NO_2$ の生成量が低下すると反応が逆方向

( $NO_3^- \rightarrow NO_2$ )に進み、NOx触媒20内の硝酸イオン $NO_3^-$ が $NO_2$ またはNOの形でNOx触媒20から放出される。即ち、流入排気ガス中の酸素濃度が低下すると、NOx触媒20からNOxが放出されることになる。図3に示されるように、流入排気ガスのリーンの度合いが低くなれば流入排気ガス中の酸素濃度が低下し、したがって流入排気ガスのリーンの度合いを低くすればNOx触媒20からNOxが放出されることとなる。

【0036】一方、このとき、燃焼室3内に供給される混合気がストイキまたはリッチ空燃比になると、図3に示されるように機関からは多量の未燃HC、COが排出され、これら未燃HC、COは、白金Pt上の酸素 $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ と反応して酸化せしめられる。

【0037】また、排気空燃比が理論空燃比またはリッチになると流入排気ガス中の酸素濃度が極度に低下するためにNOx触媒20から $NO_2$ またはNOが放出され、この $NO_2$ またはNOは、図4(B)に示されるように未燃HC、COと反応して還元せしめられて $N_2$ となる。

【0038】即ち、流入排気ガス中のHC、COは、まず白金Pt上の酸素 $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ とただちに反応して酸化せしめられ、次いで白金Pt上の酸素 $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ が消費されてもまだHC、COが残っていれば、このHC、COによってNOx触媒20から放出されたNOxおよびエンジンから排出されたNOxが $N_2$ に還元せしめられる。

【0039】このようにして白金Ptの表面上に $NO_2$ またはNOが存在しなくなると、NOx触媒20から次から次へと $NO_2$ またはNOが放出され、さらに $N_2$ に還元せしめられる。したがって、排気空燃比を理論空燃比またはリッチにすると短時間の内にNOx触媒20から

NOxが放出されることになる。

【0040】このように、排気空燃比がリーンになるとNOxがNOx触媒20に吸収され、排気空燃比を理論空燃比あるいはリッチにするとNOxがNOx触媒20から短時間のうちに放出され、 $N_2$ に還元される。したがって、大気中へのNOxの排出を阻止することができる。

【0041】ところで、全負荷運転時には燃焼室3内に供給される混合気をリッチ空燃比とし、また高負荷運転時、エンジン始動時の暖機運転時、加速時、及び120 km/h以上の定速運転時には混合気を理論空燃比(ストイキ)とし、低中負荷運転時には混合気をリーン空燃比とした場合には、低中負荷運転時に排気ガス中のNOxがNOx触媒20に吸収され、全負荷運転時及び高負荷運転時等にNOx触媒20からNOxが放出され還元されることになる。しかしながら、全負荷運転あるいは高負荷運転等の頻度が少なく、低中負荷運転の頻度が多くその運転時間が長ければ、NOxの放出・還元が間に合わなくなり、NOx触媒20のNOx吸収能力(NOx吸収容量)が飽和してNOxを吸収できなくなってしまう。

【0042】そこで、この実施の形態では、リーン混合気の燃焼が行われている場合、即ち中低負荷運転を行っているときには、比較的短い周期でスパイク的(短時間)にストイキまたはリッチ混合気の燃焼が行われるように混合気空燃比を制御し、短周期的にNOxの放出・還元を行っている。このようにNOxの吸放出のために、排気空燃比(この実施の形態では混合気空燃比)が比較的短い周期で「リーン」と「スパイク的な理論空燃比またはリッチ空燃比」を交互に繰り返されるように制御することを、以下の説明ではリーン・リッチスパイク制御と称す。

【0043】また、燃料には硫黄(S)が含まれており、燃料中の硫黄が燃焼すると $SO_2$ や $SO_3$ などの硫酸化合物( $SO_x$ )が発生し、NOx触媒20は排気ガス中のこれら $SO_x$ も吸収する。NOx触媒20の $SO_x$ 吸収メカニズムはNOx吸収メカニズムと同じであると考えられる。即ち、NOxの吸収メカニズムを説明したときと同様に担体上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明すると、前述したように、排気空燃比がリーンのときには、酸素 $O_2$ が $O_2^-$ 又は $O^{2-}$ の形でNOx触媒20の白金Ptの表面に付着しており、流入排気ガス中の $SO_x$ (例えば $SO_2$ )は白金Ptの表面上で酸化されて $SO_3$ となる。

【0044】その後、生成された $SO_3$ は、白金Ptの表面で更に酸化されながらNOx触媒20内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合し、硫酸イオン $SO_4^{2-}$ の形でNOx触媒20内に拡散し硫酸塩 $BaSO_4$ を生成する。この硫酸塩 $BaSO_4$ は安定していて分解しづらく、前述したリーン・リッチスパイク制御により流入排気ガスの空燃比を短時間だけ理論空燃比またはリッチにしても分解されずにNOx触媒20内に残ってしまう。

したがって、時間経過に伴いNOx触媒20内のBaSO<sub>4</sub>の生成量が増大するとNOx触媒20の吸収に関与できるBaOの量が減少してNOxの吸収能力が低下してしまう。これが即ちSOx被毒である。

【0045】そこで、この実施の形態ではNOx触媒20にSOxが流入しないように、流入する排気ガスの空燃比がリーンなときにSOxを吸収し流入する排気ガスの酸素濃度が低いときに吸収したSOxを放出するSOx吸収剤17を、NOx触媒20よりも上流に配置しているのである。このSOx吸収剤17は、SOx吸収剤17に流入する排気ガスの空燃比がリーンなときにはSOxと共にNOxも吸収するが、流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比またはリッチにし酸素濃度が低くなると吸収したSOxばかりでなくNOxも放出する。

【0046】前述したように、NOx触媒20ではSOxが吸収されると安定した硫酸塩BaSO<sub>4</sub>が生成され、その結果、NOx触媒20に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比またはリッチにしてもSOxがNOx触媒20から放出されなくなる。したがって、SOx吸収剤17に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比またはリッチにしたときにSOx吸収剤17からSOxが放出されるようにするためには、吸収したSOxが硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形でSOx吸収剤17内に存在するようにするか、あるいは、硫酸塩BaSO<sub>4</sub>が生成されたとしても硫酸塩BaSO<sub>4</sub>が安定しない状態でSOx吸収剤17に存在するようにすることが必要となる。これを可能とするSOx吸収剤17としては、アルミナからなる担体上に銅Cu、鉄Fe、マンガンMn、ニッケルNiのような遷移金属、ナトリウムNa、チタンTiおよびリチウムLiから選ばれた少なくとも一つを担持したSOx吸収剤17を用いることができる。

【0047】このSOx吸収剤17では、SOx吸収剤17に流入する排気ガスの空燃比がリーンなときに排気ガス中のSO<sub>2</sub>がSOx吸収剤17の表面で酸化されつつ硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形でSOx吸収剤17内に吸収され、次いでSOx吸収剤17内に拡散される。この場合、SOx吸収剤17の担体上に白金Pt、パラジウムPd、ロジウムRhのうちのいずれかを担持させておくとSO<sub>2</sub>がSO<sub>3</sub><sup>2-</sup>の形で白金Pt、パラジウムPd、ロジウムRh上に吸着し易くなり、かくしてSO<sub>2</sub>は硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形でSOx吸収剤17内に吸収され易くなる。したがって、SO<sub>2</sub>の吸収を促進するためにはSOx吸収剤17の担体上に白金Pt、パラジウムPd、ロジウムRhのいずれかを担持させることが好ましい。

【0048】このSOx吸収剤17をNOx触媒20の上流に配置すると、SOx吸収剤17に流入する排気ガスの空燃比がリーンになると排気ガス中のSOxがSOx吸収剤17に吸収され、したがって、下流のNOx触媒20にはSOxが流れ込まなくなり、NOx触媒20では排気ガス中のNOxのみが吸収されることになる。

【0049】一方、前述したようにSOx吸収剤17に吸収されたSOxは硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形でSOx吸収剤17に拡散しているか、あるいは不安定な状態で硫酸塩BaSO<sub>4</sub>となっている。したがって、SOx吸収剤17に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはリッチになって酸素濃度が低下するとSOx吸収剤17に吸収されているSOxがSOx吸収剤17から容易に放出されることになる。

【0050】ところで、本出願人の研究により、SOx吸収剤17の吸放出作用に関して次のことがわかった。SOx吸収剤17に吸収されているSOx量が少ないときには、SOx吸収剤17のSOx吸着力が強いため、SOx吸収剤17にストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスを短時間（例えば5秒以下）流したのではSOx吸収剤17からSOxは放出されない。これについては、本出願人は、SOx吸収剤17に吸収されているSOx量が少ないときに、NOx触媒20からNOxを放出させるために行うリーン・リッチスパイク制御のときのリッチスパイクの継続時間ではSOx吸収剤17からSOxが放出されないことを確認している。

【0051】しかしながら、SOx吸収剤17に吸収されているSOx量が増えたときには、SOx吸収剤17のSOx吸着力が弱くなるため、SOx吸収剤17にストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスを短時間流した場合にもSOx吸収剤17からSOxが漏れ出て、下流のNOx触媒20を被毒する虞れがある。

【0052】そこで、この実施の形態では、エンジンの運転状態の履歴からSOx吸収剤17に吸収されたSOx量を推定し、その推定SOx吸収量が所定量に達した時をSOx吸収剤17からSOxを放出させるべき時期と判断して、SOx吸収剤17からSOxを積極的に放出させる処理（以下、この処理を再生処理という）を実行する。SOx吸収剤17の再生処理を実行するに際し、ECU30は、機関回転数Nと機関負荷Q/Nからその時の機関運転状態を判定し、また、温度センサ23で検出したその時の排気ガス温度をSOx吸収剤17の温度として代用し、機関運転状態とSOx吸収剤17の温度に基づき燃費悪化が少なく最も効率的にSOxを放出できるストイキまたはリッチ条件を選定し、選定した空燃比でエンジンを運転して排出される排気ガスを長時間SOx吸収剤17に流すことにより実行する。

【0053】また、SOx吸収剤17の温度を所定温度（例えば、550°C）以上の高温にすると、SOx吸収剤17からSOxが放出され易いことが、換言すればSOxの放出を促進できることがわかっている。そこで、この実施の形態では、ECU30は、SOx吸収剤17の再生処理実行中、適宜の手段によって排気ガス温度の温度制御を行い、SOx吸収剤17の温度を前記所定温度（以下、これをSOx放出温度という）以上に制御する。

【0054】SO<sub>x</sub>吸収剤17を再生すると、SO<sub>x</sub>吸収剤17から流出した排気ガス（以下、再生処理時にSO<sub>x</sub>吸収剤17から排出される排気ガスを再生排気と称し、非再生処理時にSO<sub>x</sub>吸収剤17から排出される排気ガスと区別する場合もある）にはSO<sub>x</sub>吸収剤17から放出された多量のSO<sub>x</sub>が含まれることとなるため、この再生排気がNO<sub>x</sub>触媒20に流入すると再生排気中のSO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>触媒20に吸収され、NO<sub>x</sub>触媒20がSO<sub>x</sub>被毒してしまい、SO<sub>x</sub>吸収剤17を設けた意味がなくなってしまう。そこで、この実施の形態では、SO<sub>x</sub>吸収剤17の再生処理時にSO<sub>x</sub>吸収剤17から放出されたSO<sub>x</sub>がNO<sub>x</sub>触媒20に吸収されるのを阻止するために、SO<sub>x</sub>吸収剤17の再生処理時には排気切替弁28をバイパス開位置に保持して、SO<sub>x</sub>吸収剤17から流出した再生排気をバイパス管26内に導くようにしている。尚、SO<sub>x</sub>吸収剤17から放出されたSO<sub>x</sub>は、排気ガス中の未燃HC、COによって還元せしめられ、SO<sub>2</sub>となって放出される。

【0055】また、この実施の形態では、エンジンの高負荷運転時、エンジン始動時の暖機運転時、加速時、及び120km/h以上の定速運転時には空燃比がストイキ制御され、全負荷運転時には空燃比がリッチ制御とされるようになっている。したがって、これら運転状態のときには排気ガスの空燃比が理論空燃比またはリッチになって、ストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスがSO<sub>x</sub>吸収剤17に流入することとなる。

【0056】前述したように、ストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスがSO<sub>x</sub>吸収剤17に流入しても瞬時であればSO<sub>x</sub>吸収剤17からSO<sub>x</sub>が放出されることはないので何ら問題は生じないが、ある程度継続して流入した場合にはSO<sub>x</sub>吸収剤17からSO<sub>x</sub>が放出される虞れがあり、この排気ガスが下流のNO<sub>x</sub>触媒20に流入するとNO<sub>x</sub>触媒20がSO<sub>x</sub>被毒する虞れがある。特に、排気ガス温度が前記SO<sub>x</sub>放出温度以上になるとSO<sub>x</sub>吸収剤17からのSO<sub>x</sub>の放出が促進されるため、NO<sub>x</sub>触媒20がSO<sub>x</sub>被毒する虞れが大きくなる。

【0057】例えば、エンジン始動時の暖機運転は機関本体1が暖機されるまで継続されるので長時間に亘る場合があり、加速時もある程度の時間継続して行われる場合もあり、120km/h以上の定速運転も高速道路における走行で長時間継続される場合があり、これらの場合に、前記SO<sub>x</sub>吸収剤17からSO<sub>x</sub>が放出される虞れがある。

【0058】そこで、この実施の形態では、高負荷運転時、エンジン始動時の暖機運転時、加速時、及び120km/h以上の定速運転時、全負荷運転時など、エンジンの運転状態からの要求により空燃比をストイキまたはリッチ制御した結果、排気ガスの空燃比が理論空燃比またはリッチになり、且つ、温度センサ23で検出した排気ガス温度がSO<sub>x</sub>放出温度以上になったときには、排

気切替弁28をバイパス開位置に保持して、SO<sub>x</sub>吸収剤17から流出した排気ガスをバイパス管26内に導き、NO<sub>x</sub>触媒20に流入するのを阻止している。

【0059】つまり、この実施の形態では、SO<sub>x</sub>吸収剤17の再生処理を実行しているか否かにかかわらず、空燃比をストイキ制御またはリッチ制御して且つ排気ガス温度がSO<sub>x</sub>放出温度以上になっているときには、SO<sub>x</sub>吸収剤17から流出した排気ガスをバイパス管26内に導き、NO<sub>x</sub>触媒20に流入するのを阻止している。

【0060】ところで、前述したように、フィルタ24には排気ガス中のPMが捕集されるが、捕集されたPMを逐次燃焼して除去するのが、排気抵抗の上昇を抑制する上で好ましい。

【0061】内燃機関をリーン空燃比で燃焼しているときには排気ガスの酸素濃度が非常に高いので、フィルタ24の床温度が所定温度（例えば、500℃）以上になっていれば捕集したPMを燃焼させることができ、したがって、フィルタ24にPMが堆積することはない。

【0062】しかしながら、内燃機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で燃焼しているときには、リーン空燃比で燃焼させたときに比べて排気ガスの酸素濃度がかなり低くなるため、フィルタ24の床温度が前記所定温度に達していても酸素不足のため捕集されたPMを燃焼させることができず、フィルタ24にPMが堆積する虞れがある。

【0063】これは逆に考えると、内燃機関を理論空燃比またはリッチ空燃比で燃焼しているときであっても、フィルタ24内の全域において所定の酸素濃度を確保することができれば、フィルタ24内の全域でPMを燃焼させることができ、フィルタ24にPMが堆積するのを防止することができるはずである。

【0064】そこで、この内燃機関の排気浄化装置においては、フィルタ24内の全域において所定の酸素濃度を確保するために、フィルタ24の下流に設けたO<sub>2</sub>センサ25によってフィルタ24の下流の排気ガスの酸素濃度（以下、これをフィルタ出ガス酸素濃度と称す）を管理し、このフィルタ出ガス酸素濃度が常に所定濃度（例えば、1000ppm）以上となるように、排気ガスの組成を制御するようにした。

【0065】なお、本出願人は、フィルタ出ガス酸素濃度が常に上記所定濃度以上になるためには、通常、フィルタ24の上流の酸素濃度は1%以上必要であることを確認している。

【0066】ここで、排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段は種々考えられるが、この実施の形態では、内燃機関の点火時期を制御することにより実現する。内燃機関の点火時期制御により内燃機関の燃焼状態を制御することができ、その結果、排気ガスの酸素濃度を制御することができるからである。例えば、内燃機関

の点火時期を遅角させると内燃機関の燃焼が不完全なものとなり、これによって排気ガス中の未燃焼の燃料および酸化炭素を増加させるとともに酸素濃度を増大させることができる。

【0067】更に具体的な制御例を挙げると、予め実験を行って、エンジンの運転状態毎にフィルタ出ガス酸素濃度の不足度合に応じてこれを前記所定の酸素濃度にするために必要な点火時期の遅角の大きさを求め、これをマップにして予めECU30のROMに記憶しておく。そして、ECU30は、O<sub>2</sub>センサ25により検出した酸素濃度に基づいて酸素濃度の不足度合を算出し、前記マップを参照して点火時期の遅角の大きさを求め、点火時期の遅角制御を実行する。

【0068】このように、フィルタ出ガス酸素濃度が常に所定濃度以上になるように制御すると、ストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスがフィルタ24を流れる際には、排気ガス中の還元剤(HC、CO)が酸素と反応して、その反応熱でフィルタ24の床温度を上昇させるので、フィルタ24内の酸素量がリーン空燃比の排気ガスのときに比べて少なくとも、フィルタ24においてPMを燃焼することができる。特に、この実施の形態では、フィルタ24に酸化触媒を担持したことにより、フィルタ24内での還元剤と酸素の反応が促進され、フィルタ24の床温度の昇温が促進されるので、PMの燃焼を促進することができる。

【0069】これにより、内燃機関をリーン空燃比で燃焼しているときに限らず、内燃機関の空燃比をストイキ制御している時にも、リッチ制御している時にも、あるいは、リーン・リッチスパイク制御におけるリッチスパイクの時にも、フィルタ24に捕集されたPMをフィルタ24に堆積させずに燃焼させることができる。

【0070】また、フィルタ24に捕集されるPMには、高沸点のHCなど、SO<sub>x</sub>吸収剤17のSO<sub>x</sub>吸収を阻害したりNO<sub>x</sub>触媒20のNO<sub>x</sub>吸収を阻害する成分も含まれており、したがって、これら成分がSO<sub>x</sub>吸収剤17やNO<sub>x</sub>触媒20に流入しなくなるので、SO<sub>x</sub>吸収剤17およびNO<sub>x</sub>触媒20の浄化能を高く維持することができる。

【0071】次に、排気ガスの流れを場合に分けて説明する。

<リーン・リッチスパイク制御>空燃比をリーン・リッチスパイク制御しているときには、排気切替弁28を図1において実線で示すようにバイパス閉位置に保持する。このようにすると、排気ガスはフィルタ24、SO<sub>x</sub>吸収剤17、NO<sub>x</sub>触媒20の順に流れ、バイパス管26には流れない。

【0072】このときには、排気ガス中のPMはフィルタ24に捕集されて除去され、また、捕集されたPMはフィルタ24において燃焼し、H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>等となってSO<sub>x</sub>吸収剤17へと流れる。

【0073】また、排気ガス中のSO<sub>x</sub>はSO<sub>x</sub>吸収剤17に吸収され、NO<sub>x</sub>触媒20にはSO<sub>x</sub>を含まない排気ガスが流れることとなり、NO<sub>x</sub>触媒20のSO<sub>x</sub>被毒が防止される。また、排気ガス中のNO<sub>x</sub>もNO<sub>x</sub>触媒20において浄化(吸放出・還元浄化)されN<sub>2</sub>となって放出される。

【0074】<ストイキまたはリッチ制御、SO<sub>x</sub>放出温度以下の時>次に、空燃比をストイキ制御またはリッチ制御しているときであって、SO<sub>x</sub>吸収剤17の温度がSO<sub>x</sub>放出温度(例えば、約550°C)に達していないときには、前述したリーン・リッチスパイク制御のときと同様に、排気切替弁28をバイパス閉位置に保持し、排気ガスをSO<sub>x</sub>吸収剤17からNO<sub>x</sub>触媒20に流し、バイパス管26には流れないようにする。

【0075】この場合も、排気ガス中のPMはフィルタ24に捕集されて除去され、また、捕集されたPMはフィルタ24において燃焼し、H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、CO等となってSO<sub>x</sub>吸収剤17へと流れる。

【0076】また、SO<sub>x</sub>吸収剤17の温度がSO<sub>x</sub>放出温度に達していないので、排気ガス中のSO<sub>x</sub>はSO<sub>x</sub>吸収剤17に吸収され、NO<sub>x</sub>触媒20にはSO<sub>x</sub>を含まない排気ガスが流れることとなり、NO<sub>x</sub>触媒20がSO<sub>x</sub>被毒することはない。そして、ストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスがNO<sub>x</sub>触媒20に流れることにより、NO<sub>x</sub>触媒20に吸収されているNO<sub>x</sub>が放出され、N<sub>2</sub>に還元浄化される。

【0077】<ストイキまたはリッチ制御でSO<sub>x</sub>放出温度以上の時、およびSO<sub>x</sub>吸収剤の再生処理時>次に、エンジンの暖機運転など内燃機関の運転状態からの要求により排気ガスの空燃比をストイキ制御またはリッチ制御しているときであってSO<sub>x</sub>吸収剤17の温度がSO<sub>x</sub>放出温度以上であるとき、及び、SO<sub>x</sub>吸収剤17の再生処理時には、排気切替弁28を図1において破線で示すようにバイパス開位置に保持する。このようにすると、排気ガスは、フィルタ24、SO<sub>x</sub>吸収剤17、バイパス管26の順に流れ、NO<sub>x</sub>触媒20には流れない。

【0078】この場合にも、排気ガス中のPMはフィルタ24に捕集されて除去され、また、捕集されたPMはフィルタ24において燃焼し、H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、CO等となってSO<sub>x</sub>吸収剤17へと流れる。

【0079】また、ストイキまたはリッチ空燃比の排気ガスがSO<sub>x</sub>吸収剤17に流れることにより、SO<sub>x</sub>触媒17に吸収されているSO<sub>x</sub>が放出され、放出されたSO<sub>x</sub>は排気ガス中の未燃HCやCOによって還元せしめられ、SO<sub>2</sub>となって排出される。このSO<sub>2</sub>を含む排気ガスはバイパス管26を通過して大気へ放出され、NO<sub>x</sub>触媒20には流れないので、NO<sub>x</sub>触媒20がSO<sub>x</sub>被毒することはない。また、同時に、SO<sub>x</sub>触媒17に吸収されているNO<sub>x</sub>も放出され、N<sub>2</sub>に還元浄化される。

【0080】〔他の実施の形態〕前述した実施の形態では、排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段は内燃機関の点火時期の制御により実現したが、排気ガス組成制御手段はこれに限るものではない。

【0081】例えば、EGR装置を備えている内燃機関であれば、排気ガス組成制御手段はEGR量の制御により実現可能である。EGR量を増大することにより燃焼を緩慢にすると、消費されずに排気ガス中に残る酸素量を多くすることができるからである。これも内燃機関の燃焼を制御することにより排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段とすることができる。

【0082】また、内燃機関が多気筒の場合には、気筒毎に異なる空燃比に制御することにより排気ガス組成制御手段を実現することができる。例えば、一部の気筒ではリーン空燃比で燃焼し、他の気筒ではリッチ空燃比で燃焼することにより、排気ガス全体の空燃比としては理論空燃比またはリッチ空燃比にすることができ、排気ガス全体として酸素濃度を高くすることができる。この場合には、リーン空燃比で燃焼させる気筒数とリッチ空燃比で燃焼させる気筒数の設定により、あるいは、リッチ空燃比のリッチ度合の設定により、あるいは、これらを組み合わせることにより、排気ガスの酸素濃度の大きさを所望に制御することができる。

【0083】前述した各実施の形態では本発明をガソリンエンジンに適用した例で説明したが、ストイキまたはリッチ空燃比での燃焼も可能なディーゼルエンジンにも本発明は適用可能である。ストイキまたはリッチ空燃比での燃焼も可能なディーゼルエンジンとしては、EGR装置を備えたディーゼルエンジンを例示することができる。

【0084】

【発明の効果】本出願に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、排気通路に設けられたパティキュレートフィルタと、このパティキュレートフィルタの下流の排気ガス

が常に所定濃度以上の酸素濃度になるように排気ガスの組成を制御する排気ガス組成制御手段と、を備えたことにより、内燃機関の運転状態にかかわらず常時パティキュレートフィルタに捕集されたPMを燃焼させることができるので、パティキュレートフィルタにPMが堆積するのを防止することができ、その結果、排気抵抗の上昇を防止することができるという優れた効果が奏される。

【0085】また、パティキュレートフィルタの下流に吸蔵還元型NOx触媒を備えた場合には、吸蔵還元型NOx触媒にPMが流入しなくなるので、吸蔵還元型NOx触媒の浄化能を高く維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の一の実施の形態の概略構成図である。

【図2】 基本燃料噴射時間のマップの一例を示す図である。

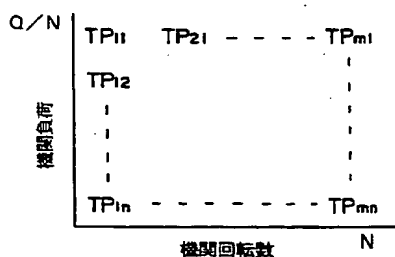
【図3】 機関から排出される排気ガス中の未燃HC、COおよび酸素の濃度を概略的に示す線図である。

【図4】 吸蔵還元型NOx触媒のNOx吸放出作用を説明するための図である。

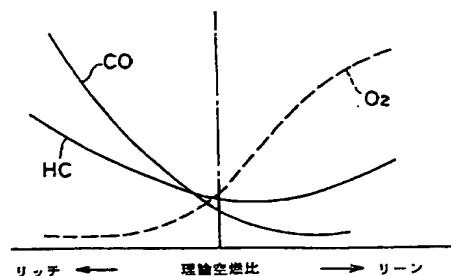
【符号の説明】

- 1 機関本体（内燃機関）
- 3 燃焼室
- 4 点火栓
- 11 燃料噴射弁
- 16, 19, 22 排気管（排気通路）
- 17 SOx吸収剤
- 20 NOx触媒（吸蔵還元型NOx触媒）
- 24 パティキュレートフィルタ
- 25 O<sub>2</sub>センサ（酸素濃度検出手段）
- 26 バイパス管
- 28 排気切替弁
- 30 ECU

【図2】

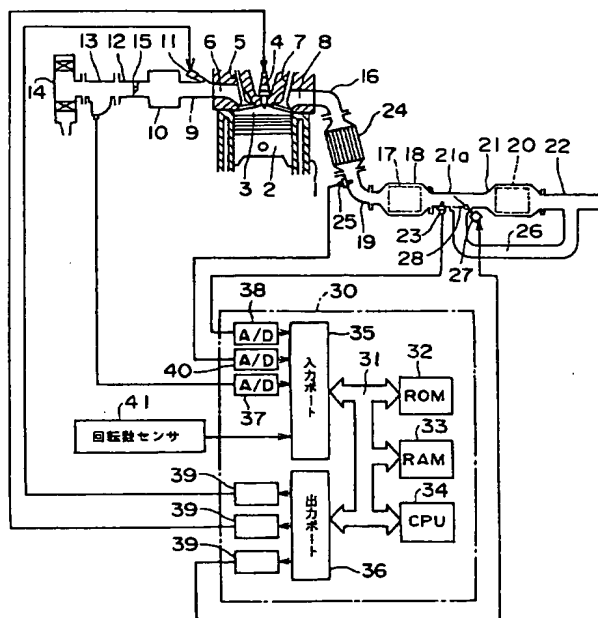


【図3】

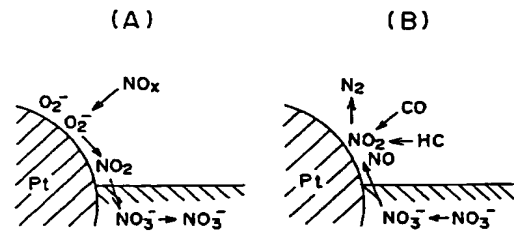




【図1】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>F 0 2 D 41/14  
41/40

識別記号

3 1 0

F I

F 0 2 D 41/14  
41/40

テーマコード(参考)

3 1 0 N  
N

Fターム(参考) 3G090 AA03 CA01 CA02 CB04 DA10  
EA02  
3G091 AA17 AA18 AB05 AB13 BA13  
BA14 CB02 DC01 EA01 EA05  
EA34 FB12 GB02W GB03W  
GB04W GB06W GB10X HA16  
HA36  
3G301 HA01 HA02 JA21 JA25 MA01  
MA12 ND01 PA01Z PD03A  
PD03Z PE01Z